

К.Ю. ДЕЙНЕКА, инженер, НУВХП, г. Ривне

СОЗДАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ БАРАБАННЫХ МЕЛЬНИЦ С АВТОКОЛЕБАТЕЛЬНОЙ ВНУТРИКАМЕРНОЙ ЗАГРУЗКОЙ

Показано, що стійкість стаціонарного обертання барабана визначається варіаціями осьового моменту інерції внутрішньокамерного завантаження в його усталеному русі та співвідношенням жорсткості механічної характеристики машинного агрегату. Розглянуто стійкість гравітаційного руху завантаження обертального барабана. Показано, що нестійкість зростає зі збільшенням дилатансії завантаження при деформуванні. Демпфуючий вплив подрібнюваного матеріалу на взаємодію мольних тіл посилює пульсації завантаження. На основі аналізу отриманих результатів встановлено умови інтенсифікації прояву автоколивань. Запропоновано керувати нестійкими режимами з метою інтенсифікації подрібнення.

The stability of stationary rotation of drum was demonstrated to determined by the variation of centroidal moment of inertia of intramill filling in its steady-state flow and by the ratio of severity of speed-torque characteristics of machine. The rotating drum granular filling flow stability is considered. The unstability was demonstrated to rise as the filling dilatation under deformation increased. The damping effect of in-process material on grinding solids collisions excites the filling oscillations. The rises of the rate of oscillator conditions are established on the basis of examination of the data were determined. The control of unstable operation conditions was put forward for raising the rate of milling.

Барабанные мельницы благодаря ряду преимуществ остаются основным оборудованием многотоннажного измельчения дисперсных материалов.

Вместе с тем недостатком таких мельниц является относительно низкая интенсивность циркуляции мелющей загрузки в камере барабана, что обусловлено образованием значительной квазитвердотельной массы загрузки вблизи стенки камеры.

В последнее время увеличилось количество предложений по активизации циркуляции мелющей загрузки путем генерирования пульсирующего режима ее движения с применением разнообразных внутрикамерных энергообменных устройств.

Однако вследствие низкой надежности, обусловленной высокой абразивностью загрузки, такие средства не получили широкого применения.

При работе барабанных мельниц возникают неустойчивые режимы вращения, проявляющиеся в виде возбуждения вынужденных колебаний в приводе и образования переменной составляющей сигнала активной мощности

приводного двигателя.

В настоящее время основной причиной неустойчивых режимов вращения барабанных мельниц считаются фрикционные крутильные колебания внутрикамерной загрузки, вызванные проскальзыванием ее относительно поверхности камеры.

Однако применение таких упрощенных моделей приводит к неучитыванию ряда параметров и обуславливает расхождение получаемых результатов с экспериментальными данными.

В качестве цели исследования было принято определение условий неустойчивости движения барабанных мельниц и влияния ее на рабочие процессы измельчения.

Эффект неустойчивости движения загруженного барабана мельницы в виде автоколебаний был зарегистрирован экспериментально [1].

Он проявляется в двух формах.

Первое проявление автоколебаний является бифуркацией установившегося движения системы с образованием периодического аттрактора.

Второе проявление автоколебаний в виде пульсаций загрузки является бифуркацией сдвигового зернистого потока с образованием странного аттрактора вследствие хаотизации движения.

Первое проявление неустойчивости состоит в невозможности свободного вращения барабана с заданной скоростью без принудительной ее стабилизации.

Это обуславливает самовольный отход величины скорости от начального значения преимущественно в сторону увеличения.

Установлено, что факторами неустойчивости для первого проявления эффекта являются вариации жесткости зависимостей осевого момента инерции и момента сопротивления загрузки от скорости вращения [2].

Второе проявление эффекта возникает при условии принудительной стабилизации угловой скорости, например путем автоматического управления приводом барабана.

Оно состоит в самовозбуждении колебаний загрузки в поперечном сечении камеры в виде пульсаций, усложняющих стационарирование скорости.

Во время таких колебаний значительная часть загрузки в верхней половине камеры отделяется от поверхности и совершает насвободное падение со взаимодействием элементов между собой.

Это вызывает существенное уменьшение твердотельной зоны и значи-

тельную интенсификацию циркуляции загрузки.

Установлено, что фактором неустойчивости второго проявления эффекта является дилатансия загрузки в камере вращающегося барабана, реализующуюся преимущественно в сдвиговом потоке [3].

Установлено, также, что действие частиц измельчаемого материала является фактором хаотизации взаимодействия элементов загрузки.

Это обуславливает расширение диапазона бифуркционных значений скорости вращения, преимущественно в сторону уменьшения нижнего числа.

На основе метода визуализации полученных картин движения загрузки в поперечном сечении камеры вращающегося барабана, с использованием расчетных сеток с концентричным и рядным расположением ячеек [4], были получены зависимости динамических параметров внутрикамерной загрузки – при установившихся режимах движения от скорости вращения [5], а при переходных режимах – от времени [6].

Обобщение полученных результатов позволило получить качественные зависимости момента инерции I_z , момента сопротивления M_z и дилатансии u загрузки от скорости вращения барабана ω и производных этих динамических параметров по ω (рис. 1).

Анализ зависимостей свидетельствует о возникновении автоколебаний в режимах движения загрузки, выделенных штриховкой, преимущественно с полным, а также с частичным подбрасыванием.

Установлено, что наличие измельчаемого материала в загрузке обуславливает интенсификацию его автоколебаний путем уменьшения нижней бифуркционной относительной скорости, с $\psi_\omega \rightarrow 1$ вплоть до $\psi_\omega = 0,3$ (рис. 2).

При этом диапазон скоростей при максимальной амплитуде колебаний остается неизменным, независимо от содержания материала – $\psi_\omega = 0,85 - 1,15$ (рис. 3).

Было оценено влияние содержания частиц измельчаемого материала в загрузке на повышение эффективности измельчения в мельницах с автоколебательной загрузкой.

Производительность помола оценивалась за значением просева через контрольное сито № 008, а энергетическая эффективность – за удельными затратами энергии при получении этого просева.

Численное значение изменения производительности оценивалось соотношениями Π_m/Π_t , где Π_m и Π_t – производительность помола для модернизированного и традиционного режимов, а изменения удельных затрат энер-

гии – соотношениями $E_M/E_T=(N_M/\Pi_M)/(N_T/\Pi_T)$, где E_M и E_T – удельные затраты энергии, N_M и N_T – мощности привода для этих режимов.

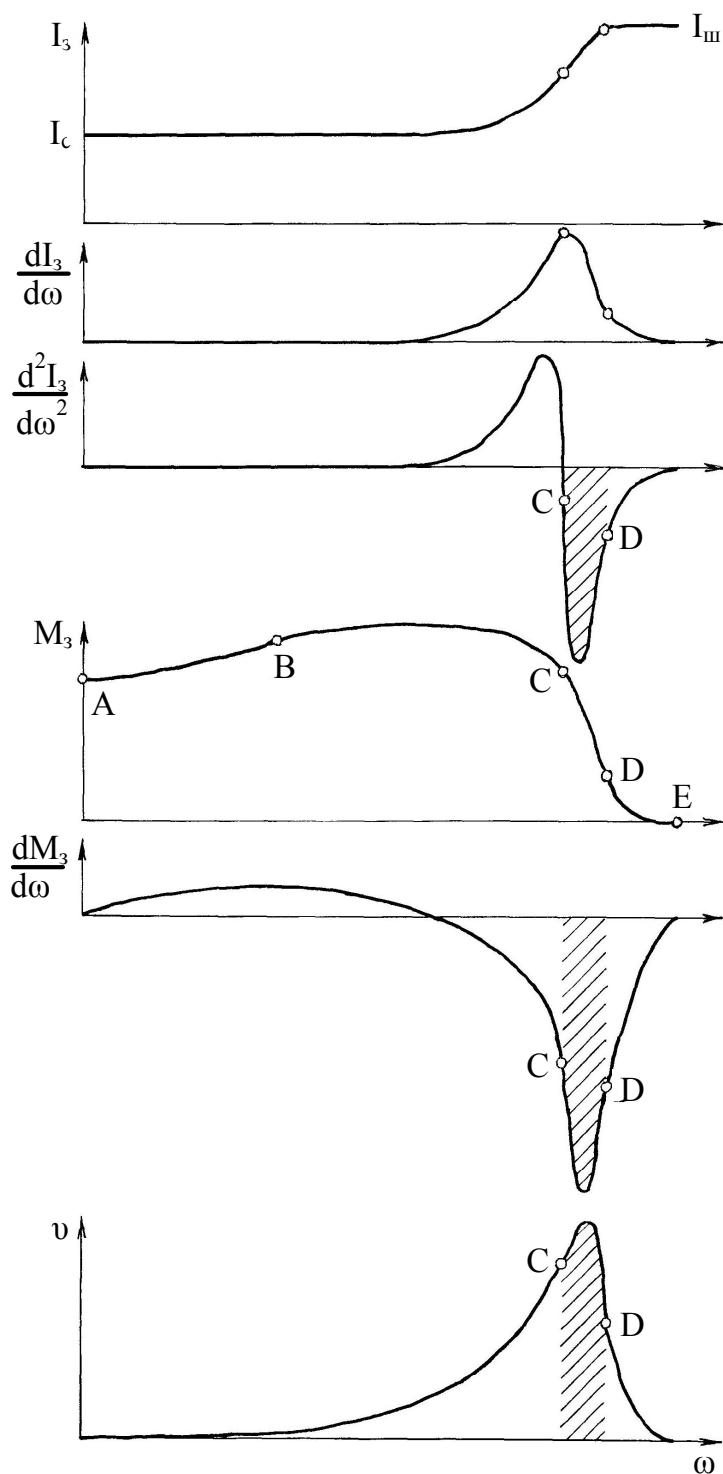


Рис. 1. Схема качественных зависимостей динамических параметров загрузки от скорости вращения ω :

AB – режим движения загрузки без подбрасывания,
 BC – с частичным подбрасыванием, CD – с полным подбрасыванием,
 DE – неполного центрифугирования.

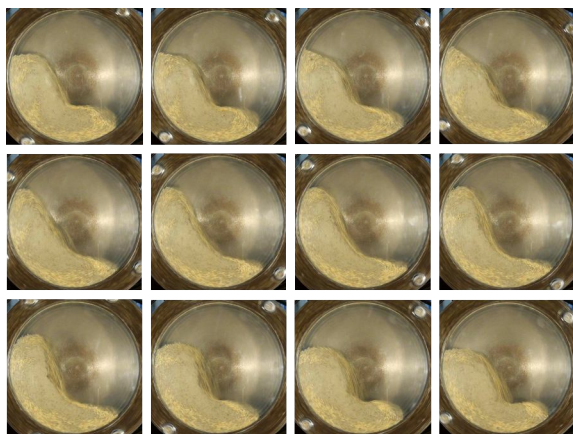


Рис. 2. Последовательные картины автоколебаний загрузки при $\kappa = 0,3$, наличии материала и $\psi_\omega = 0,3$.

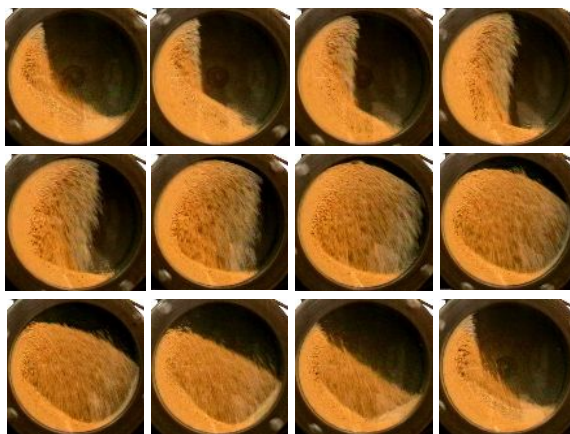


Рис. 3. Картины колебаний при $\kappa = 0,3$, отсутствии материала и $\psi_\omega = 0,85 - 1,15$.

Степень заполнения камеры загрузкой составляла $\kappa = 0,3$.

Степени заполнения частицами измельчаемого материала промежутков между мелющими телами $\kappa_{мп}$ составляли 0,25, 0,5, 0,75 и 1.

Для традиционного режима принималось $\psi_\omega = 0,75$.

Длительность измельчения составляла 30 минут.

Результаты приведены на рис. 4.

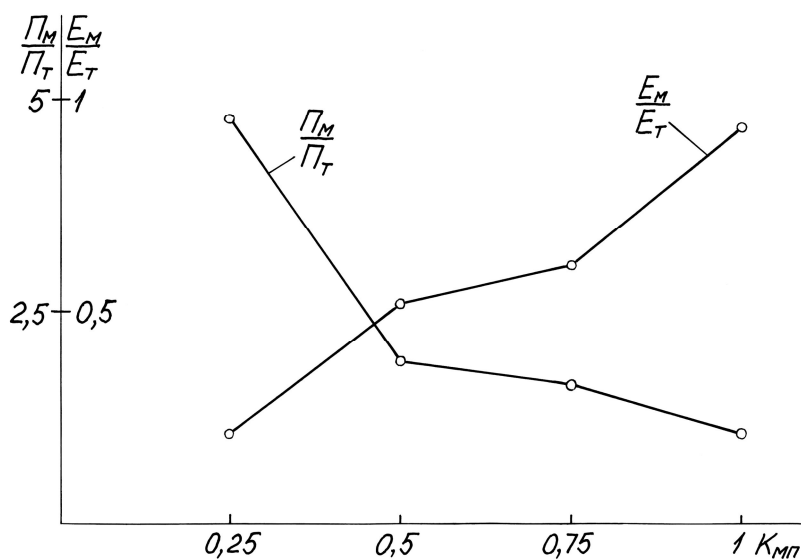


Рис. 4. Зависимости Π_M/Π_T и E_M/E_T от $\kappa_{мп}$.

Оказалось, что применение автоколебательного режима движения внутрикамерной загрузки, по сравнению с традиционным процессом измельчения в барабанных мельницах, позволяет в среднем повысить производительность приблизительно на 20 – 50 % и снизить удельные затраты энергии

на 17 – 33 %. При этом с уменьшением содержания измельчаемого материала в загрузке эффективность процесса помола возрастает.

Список литературы: 1. *Науменко К.Ю.* Автоколебания внутрикамерной загрузки барабанной мельницы / *К.Ю. Науменко* // Научные исслед., наносистемы и ресурсосберегающ. технологии в стройиндустрии: Междунар. науч.-практич. конф., 2007 г.: сб. докл. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007. – Ч. 7: Энергосберегающ. технол. комплексы и оборуд. для пр-ва строит. материалов. – С. 81 – 83. 2. *Науменко К.Ю.* Нестійкі режими обертання барабанних млинів / *К.Ю. Науменко* // Вісник НУВГП. – 2006. – Вип. 2(34), Ч. 2. – С. 111 – 119. 3. *Дейнека К.Ю.* Стійкість руху внутрішньокамерного завантаження барабанного млина / *К.Ю.Дейнека* // Вісник НУВГП. – 2008. – Вип. 3(43). – С. 250 – 257. 4. *Науменко К.Ю.* Застосування методу візуалізації для визначення змінних інерційних параметрів внутрішньокамерного завантаження барабанного млина / *К.Ю.Науменко* // Вісник НУВГП. – 2007. – Вип. 4(40), Ч. 3. – С. 9 – 16. 5. *Дейнека К.Ю.* Експериментальне визначення динамічних параметрів внутрішньокамерного завантаження барабанного млина методом візуалізації / *К.Ю.Дейнека* // Зб. наук. праць (галуз. машинобудування, буд-во). – Полтава: ПолтНТУ, 2009. – Вип. 23., Т. 1. – С. 123-133. 6. *Дейнека К.Ю.* Експериментальне визначення характеристик автоколиваний внутрішньокамерного завантаження барабанного млина методом візуалізації / *К.Ю.Дейнека* // Вісник. НУВГП. – 2009. – Вип. 3(47), Ч. 2. – С. 351 – 358.

Поступила в редколлегию 15.07.2010

УДК 666.32/36

В.В. КОЛЕДА, канд. техн. наук, провід. наук. співроб.;
О.С. МИХАЙЛЮТА, канд. техн. наук, наук. співроб.;
Т.О. ШЕВЧЕНКО, канд. техн. наук, доц.;
Ю.В. ДІДЕНКО, студент, **Є.В. АЛЕКСЄЄВ**, мол. наук. співроб.
ДВНЗ «УДХТУ», м. Дніпропетровськ

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ КАОЛІНІВ ТУРБІВСЬКОГО РОДОВИЩА В КЕРАМІЧНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

В статті приведені результати комплексних досліджень каолінів Турбівського родовища та аналіз можливості їх застосування в різних керамічних технологіях. Встановлено хімічний, мінералогічний та гранулометричний склади дослідних каолінів, а також визначено їх основні технологічні властивості (особливості спікання, білизну у сухому та прожареному стані. За результатами досліджень подано рекомендації щодо використання сировини.